

Beata BIEN¹

WPLYW KONDYCJONOWANIA NA JAKOŚĆ CIECZY OSADOWYCH PO MECHANICZNYM ODWADNIANIU OSADÓW ŚCIEKOWYCH

THE INFLUENCE OF CONDITIONING ON THE QUALITY OF REJECT WATER AFTER SEWAGE SLUDGE MECHANICAL DEWATERING

Abstrakt: W wyniku zagęszczania osadów ściekowych, ich biologicznej stabilizacji i odwadniania powstają cieczce osadowe. Ciecze osadowe pod względem ilościowym stanowią jedynie kilka procent w ogólnym bilansie ilościowym ścieków. Jednakże ładunek zanieczyszczeń, w tym związków biogenych, jaki jest w nich zawracany do ciągu ściekowego, może stanowić nawet do kilkudziesięciu procent ogólnego ładunku dopływającego do oczyszczalni. Dla prawidłowego funkcjonowania oczyszczalni tak duży ładunek może stanowić zagrożenie. Uwzględniając to, jak ważna jest jakość cieczy osadowych, w artykule przedstawiono wpływ wybranych środków i metod kondycjonowania, takich jak: PIX 113, PIX 123, polielektrolit Zetag 8160, pole ultradźwiękowe oraz łączne ich działanie na właściwości cieczy osadowych. Surowe cieczce osadowe charakteryzowały się bardzo wysokimi stężeniami azotu amonowego ($931,5-1508,9 \text{ mg N-NH}_4^+/\text{dm}^3$), fosforanów ($24,3-89,4 \text{ mg PO}_4^{3-}/\text{dm}^3$) oraz związków organicznych oznaczonych jako ChZT ($784,0-1856,4 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$). Stwierdzono, że połączone działanie nieorganicznego koagulantu PIX 123 i polielektrolitu pozwoliło na zmniejszenie ilości zawiesin oraz ChZT w cieczkach osadowych. W przypadku zawiesiny najlepszy stopień jej zmniejszenia uzyskano przy stosowaniu PIX-u 123. Wynosił on 53,8%. Analizując zmiany ChZT, podobne efekty uzyskano dla PIX-u 123 (43%) oraz metody łączonej (41,6%). Natomiast użycie koagulantu PIX 113 i polielektrolitu Zetag 8160 spowodowało w cieczy osadowej zwiększenie zawiesin ogólnych w odniesieniu do surowych cieczy osadowych. Działanie koagulantu PIX 113 wpłynęło na zmniejszenie wartości ChZT (90%), azotu amonowego (14,9%) i fosforanów (93,8%) w odniesieniu do surowych cieczy osadowych. Najmniej skuteczny okazał się polielektrolit Zetag 8160.

Słowa kluczowe: cieczce osadowe, kondycjonowanie, osady ściekowe, koagulanty, polielektrolity

Wprowadzenie

Osady ściekowe są oddzielane od ścieków komunalnych w wyniku procesów naturalnych lub sztucznych. Skład chemiczny osadów ściekowych jest zmienny i zależy od jakości ścieków dopływających do oczyszczalni, przyjętej technologii ich oczyszczania i procesów przeróbki [1, 2]. Zwiększając skuteczność oczyszczania ścieków poprzez stosowanie zintegrowanych układów do usuwania ze ścieków związków azotu oraz fosforu, jednocześnie zwiększa się ilość osadów oraz zmienia się ich parametry jakościowe, wynikające m.in. z dużej akumulacji fosforu w komórkach bakterii. Podczas unieszkodliwiania osadów w warunkach beztlenowych (fermentacja metanowa) nawet 60% fosforu usuniętego ze ścieków może zostać wtórnie uwolnione podczas hydrolizy polifosforanów do cieczy osadowej [3]. Stwierdzono także, że 70% azotu ogólnego doprowadzanego z osadami surowymi do komory fermentacyjnej przedostawało się do cieczy osadowych jako azot amonowy [4]. Ciecze osadowe pod względem ilościowym stanowią jedynie kilka procent w ogólnym bilansie ilościowym ścieków. Jednakże ładunek

¹ Katedra Chemii, Technologii Wody i Ścieków, Wydział Infrastruktury i Środowiska, Politechnika Częstochowska, ul. J.H. Dąbrowskiego 73, 42-200 Częstochowa, tel. 34 325 09 11, email: bmat@is.pcz.czest.pl
Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole' 17, Polanica Zdrój, 4-7.10.2017

zanieczyszczeń, w tym związków biogennych, jaki jest w nich zawracany do ciągu ściekowego, może stanowić nawet do kilkudziesięciu procent ogólnego ładunku dopływającego do oczyszczalni [5, 6]. Dla prawidłowego funkcjonowania oczyszczalni tak duży ładunek może stanowić zagrożenie. Problem ładunków powrotnych z gospodarki osadowej jest już coraz częściej dostrzegany i podejmowany w badaniach [7-10]. Ilość i jakość cieczy osadowych zależą przede wszystkim od przyjętego układu technologicznego oczyszczania ścieków i przeróbki osadów ściekowych (zwłaszcza sposobu stabilizacji i odwadniania) oraz efektywności pracy urządzeń ciągu osadowego [11]. Prawidłowy dobór polielektrolitu czy tkaniny filtracyjnej ma często decydujące znaczenie nie tylko dla zagęszczania czy odwadniania osadów, lecz również znacząco wpływa na jakość cieczy odprowadzanych z tych urządzeń [12]. Ze względu na właściwości fizyczno-chemiczne cieczy osadowe wymagają dalszego oczyszczania. Najczęściej są one jednak zawracane na początek układu technologicznego oczyszczania ścieków, zwiększając ładunek zanieczyszczeń [13, 14]. Nie stosuje się również wyrównania składu cieczy osadowych w zbiorniku retencyjnym przed połączeniem ich ze ściekami surowymi [15]. Uwzględniając to, jak ważna jest jakość cieczy osadowych, w artykule przedstawiono wpływ wybranych środków i metod kondycjonowania, takich jak: PIX 113, PIX 123, polielektrolit Zetag 8160, pole ultradźwiękowe oraz łączne ich działanie na właściwości cieczy osadowych.

Materiały i metodyka badań

Do badań wykorzystano osady ściekowe po procesie fermentacji metanowej. Osady pochodziły z komunalnej oczyszczalni ścieków o RLM > 100 000, która jest oczyszczalnią mechaniczno-biologiczną z usuwaniem związków azotu i fosforu na drodze biologicznej. Badania składały się z dwóch części, do których przefermentowane osady pobierano w dwóch różnych terminach (19.04.2016 r. i 11.04.2017 r.). W związku z tym przyjęto następujące oznaczenia: przefermentowane osady A i B. W pierwszej części badano nienadźwiewkowane i nadźwiewkowane przefermentowane osady A. Osady A kondycjonowano PIX-em 123, Zetagem 8160 oraz metodą łączącą PIX 123 w dawce 1,0 mg/g s.m.o. z Zetagem 8160 w dawce zmiennej: 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 mg/g s.m.o. (s.m.o. - sucha masa osadów). Natomiast w drugiej części badano nienadźwiewkowane, przefermentowane osady B, które preparowano PIX-em 113 oraz metodą łączącą PIX 113 w dawce 4,5 mg/g s.m.o. z Zetagem 8160 w dawce zmiennej: 1,5; 2,5; 3,5 mg/g s.m.o. Próbkę cieczy osadowych otrzymywano po procesie wirowania odpowiednio preparowanych osadów ściekowych. Czas wirowania wynosił: 5 min, a prędkość 5000 obr/min.

W cieczy osadowej wykonano oznaczenia: pH - metodą potencjometryczną (pH-meter CP401 - firmy Elmetron), zawiesiny ogólnej - metodą wagową, ChZT - metodą dwuchromianową skróconą (PN-ISO 6060:2006) [16], azotu amonowego i fosforanów PO_4^{-3} oraz fosforu ogólnego (P_{og}) - metodą spektrofotometryczną (Spectrophotometer JENWAY 6300). W badaniach wykorzystano następujące środki kondycjonujące: 10% roztwór koagulantu PIX 123 i PIX 113, 0,1% roztwór polielektrolitu Zetag 8160, pole ultradźwiękowe.

Koagulant PIX 123 to roztwór siarczanu żelaza(III) w wodzie o ciemnobrązowym zabarwieniu, zawartość żelaza Fe ogólnie wynosi $12,6 \pm 0,3\%$, natomiast jony żelaza Fe^{+2} to maksymalnie 0,7%.

PIX 113 to także koagulant żelazowy, siarczan żelaza(III), wodny roztwór siarczanu żelazowego o ciemnobrązowym zabarwieniu, zawartość żelaza ogólnego Fe wynosi 11,4-12,2%, natomiast jony żelaza(II) Fe^{+2} to $0,4 \pm 0,3\%$.

Zetag 8160 jest syntetycznym poliakrylamidem o wysokim ciężarze cząsteczkowym. Jest dostarczany jako sypki, biały proszek. Zetag 8160 jest polielektrolytem kationowym. W celu sporządzenia roztworu polielektrolitu Zetag 8160 dokładnie mieszano go z wodą. Po upływie 120 min mieszania roztwór był dojrzały i gotowy do użytku.

W metodzie łączącej środki chemiczne jako pierwszy do osadów dozowano koagulant PIX 123 (lub PIX 113), a po nim polielektrolit Zetag 8160. Oba reagenty są wówczas w pełni wykorzystane i wzajemnie na siebie oddziałują.

Nadźwiękowanie osadów ściekowych prowadzono w warunkach statycznych, w stałej objętości próbki wynoszącej 300 cm^3 . Do nadźwiękowania próbek zastosowano mikroprocesorowy dezintegrator ultradźwiękowy dużej mocy z automatycznym strojeniem Sonics VC750 o częstotliwości 20 kHz i amplitudzie $30,5 \mu\text{m}$ (co odpowiada amplitudzie równej 50%). Zmienną procesu nadźwiękowania był czas dezintegracji wynoszący $t = 60 \text{ s}$.

Wyniki badań i ich dyskusja

Surowe ciecze osadowe charakteryzowały się bardzo wysokimi stężeniami azotu amonowego ($931,5\text{-}1508,9 \text{ mg N-NH}_4^+/\text{dm}^3$), fosforanów ($24,3\text{-}89,4 \text{ mg PO}_4^{3-}/\text{dm}^3$) oraz związków organicznych oznaczonych jako ChZT ($784,0\text{-}1856,4 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$). Charakterystykę cieczy osadowych podano w tabeli 1.

Tabela 1
Charakterystyka cieczy osadowych

Characteristics of sludge liquids

Table 1

Oznaczenie	Jednostka	Surowe ciecze oddzielone z przefermentowanych osadów	
		A	B
pH	[-]	6,92	6,76
Zawiesina	$[\text{mg}/\text{dm}^3]$	1300	280
ChZT	$[\text{mg O}_2/\text{dm}^3]$	1856,4	784
Azot amonowy	$[\text{mg N-NH}_4^+/\text{dm}^3]$	1508,9	931,5
Fosforany	$[\text{mg PO}_4^{3-}/\text{dm}^3]$	89,4	24,3
Fosfor	$[\text{mg P-PO}_4^{3-}/\text{dm}^3]$	29,2	7,94

W próbkach cieczy osadowej (tab. 2) otrzymanej zarówno z nienadźwiękawianych, jak i nadźwiękawianych osadów A preparowanych PIX-em 123 odnotowano spadek wartości pH. Wartość pH zmniejszała się wraz ze wzrostem dawki koagulantu. Dla dawki $3,5 \text{ mg/g s.m.o.}$ wynosiła 6,04 i spadła o 12,7%. Natomiast w cieczy oddzielonej z nienadźwiękawianych i nadźwiękawianych osadów A preparowanych polielektrolytem Zetag 8160 oraz łącznie PIX-em 123 w dawce $1,0 \text{ mg/g s.m.o.}$ i Zetagem 8160 w zmiennej dawce nastąpił wzrost wartości pH wraz ze wzrostem dawki środków chemicznych (tab. 2).

Ilość zawiesin w cieczach osadowych we wszystkich rozważanych metodach kondycjonowania malała wraz ze wzrostem dawki reagentów. Największy spadek wynosił 53,8% dla PIX-u 123 w dawce 3,5 mg/g s.m.o.

Tabela 2

Zmiana wybranych parametrów cieczy osadowych oddzielonych z osadów A

Table 2

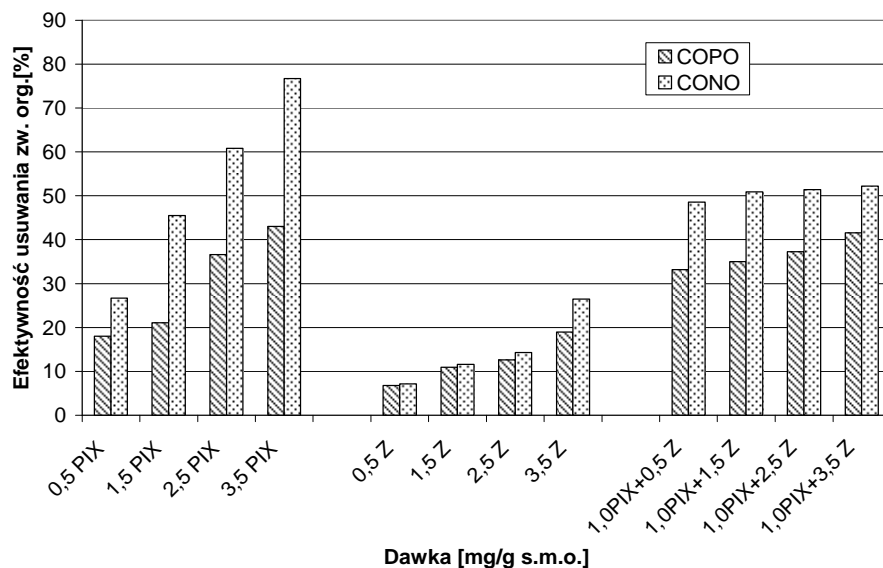
Changes of selected parameters of sludge liquids from sludge A

Parametry cieczy osadowych	Dawka	pH	ChZT	Zawiesina
Jednostka	[mg/g s.m.o.]	[-]	[mg O ₂ /dm ³]	[mg/dm ³]
Ciecze osadowe oddzielone z nienadźwiekawianych, przefermentowanych osadów preparowanych różnymi koagulantami				
Surowe ciecze osadowe	-	6,92	1856	1300
PIX 123	0,5	6,86	1522	1140
	1,5	6,59	1465	850
	2,5	6,20	1171	720
	3,5	6,04	1057	600
Zetag 8160	0,5	7,21	1729	1220
	1,5	7,24	1653	1080
	2,5	7,34	1622	930
	3,5	7,38	1503	880
PIX 123 (1,0) + Zetag 8160*	0,5	6,97	1240	1260
	1,5	7,00	1206	1110
	2,5	7,23	1156	1020
	3,5	7,36	1083	920
Ciecze osadowe oddzielone z nadźwiekawianych, przefermentowanych osadów preparowanych różnymi koagulantami - czas nadźwiekawiania osadów wynosił 60 s, amplituda 30,5 μm				
Surowe ciecze osadowe	-	7,49	2894	1620
PIX 123	0,5	7,30	2122	1250
	1,5	6,89	1578	960
	2,5	6,61	1135	820
	3,5	6,47	674	710
Zetag 8160	0,5	7,57	2689	1480
	1,5	7,67	2558	1190
	2,5	7,83	2479	1070
	3,5	7,87	2128	930
PIX 123 (1,0) + Zetag 8160*	0,5	7,14	1488	1490
	1,5	7,22	1422	1220
	2,5	7,28	1406	1140
	3,5	7,32	1386	1010

* ciecz osadowa otrzymana z osadów ściekowych A nienadźwiekawianych lub nadźwiekawianych preparowanych wstępnie PIX-em 123 w dawce 1,0 mg/g s.m.o., a następnie Zetagem 8160 w zmiennej dawce: 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 mg/g s.m.o.

Związki organiczne oznaczane jako ChZT w cieczach osadowych zmniejszyły się podczas procesu kondycjonowania osadów ściekowych. Efektywność ich usuwania rosła wraz z dawką dla każdego z koagulantów oraz metody łączącej PIX 123 z Zetagem 8160 (rys. 1). Najlepszy efekt usunięcia związków organicznych zanotowano dla cieczy oddzielonej z osadów nadźwiekawianych, preparowanych PIX-em 123 - od 26,7 do 76,7%. W pozostałych metodach zmniejszenie ilości związków organicznych wynosiło od 6,8 do

26,5% dla Zetagu 8160 oraz od 33,2 do 52,1% dla metody łączącej PIX 123 z Zetagem 8160.



Rys. 1. Efektywność usuwania związków organicznych oznaczonych jako ChZT w zależności od dawki oraz rodzaju koagulantu (COPO - ciecz oddzielona z prefermentowanych osadów A, CONO - ciecz oddzielona z prefermentowanych, nadźwiękawianych osadów A)

Fig. 1. Efficiency of COD removal in relation to dose and type of coagulant (COPO - sludge liquid from digested sludge A, CONO - sludge liquid from digested and sonicated sludge A)

Tabela 3

Zmiana wybranych parametrów cieczy osadowych oddzielonych z osadów B

Table 3

Changes of selected parameters of sludge liquids from sludge B

Parametry cieczy osadowych	Dawka	pH	Fosforany	Fosfor	Azot amonowy	ChZT	Zawiesina
Jednostka	[mg/g s.m.o.]	[-]	[mg PO ₄ ⁻³ /dm ³]	[mg P-PO ₄ ⁻³ /dm ³]	[mg N-NH ₄ ⁺ /dm ³]	[mg O ₂ /dm ³]	[mg/dm ³]
Ciecze osadowe oddzielone z nienadźwiękawianych, prefermentowanych osadów preparowanych różnymi koagulantami							
Surowe ciecze osadowe	-	6,76	24,3	7,94	931,5	784	280
PIX 113	4,5	5,97	14,7	4,81	927,3	387	620
	5,0	5,76	4,2	1,38	836,9	134,4	600
	5,5	5,57	1,5	0,49	792,7	78,4	500
PIX 113 (4,5) + Zetag 8160*	1,5	6,20	4,1	1,35	887	580	580
	2,5	5,94	3,7	1,21	843	545	520
	3,5	5,70	3,0	1,00	824	510	460

* ciecz osadowa otrzymana z osadów ściekowych nienadźwiękawianych, prefermentowanych preparowanych wstępnie PIX-em 113 w dawce 4,5 mg/g s.m.o., a następnie Zetagem 8160 w zmiennej dawce: 1,5; 2,5; 3,5 mg/g s.m.o.

W próbkach cieczy osadowej (tab. 3) otrzymanej z nienadźwiewkawianych osadów B preparowanych PIX-em 113 odnotowano spadek wartości pH. Wartość pH zmniejszała się wraz ze wzrostem dawki koagulantu. Dla PIX-u 113 w dawce 5,5 mg/g s.m.o. wynosiła 5,57 i spadła o 17,6%. Natomiast w próbkach cieczy preparowanych łącznie PIX-em 123 w dawce 4,5 mg/g s.m.o. i Zetagem 8160 w zmiennej dawce nastąpił spadek pH do wartości 5,70, czyli 15,67%. Zarówno dla fosforu, jak i azotu we wszystkich próbkach zaobserwowano ich spadek. Najniższą wartość fosforu i azotu amonowego zanotowano dla próbek, gdzie zastosowano PIX 113 odpowiednio dla fosforu 93,8%, a dla azotu amonowego 14,5%. Podczas zastosowania koagulantu PIX 113 w cieczach zmniejszyła się zawartość fosforanów. Koagulant ten wiązał i zatrzymywał te związki w osadach proporcjonalnie do zastosowanej dawki. Natomiast dodatek koagulantu PIX 113 i polielektrolitu Zetag 8160 spowodował w cieczach zwiększenie zawiesin ogólnych w odniesieniu do surowych cieczy osadowych, a następnie wraz ze wzrostem dawek reagentów ilość zawiesin w próbkach malała.

Wnioski

1. Po mechanicznym odwadnianiu w cieczach osadowych stwierdzono duże ich zanieczyszczenie.
2. Zastosowane reagenty i pole ultradźwiękowe do kondycjonowania osadów - przed mechanicznym odwadnianiem - spowodowały zmniejszenie zanieczyszczeń w odciekach w porównaniu do surowych cieczy osadowych.
3. Połączone działanie nieorganicznego koagulantu PIX 123 i polielektrolitu Zetag 8160 pozwoliło na zmniejszenie ilości zawiesin ogólnych w cieczach osadowych. Najlepszy efekt uzyskano przy stosowaniu PIX-u 123 - wynosił on 53,8%. Natomiast użycie koagulantu PIX 113 i polielektrolitu Zetag 8160 spowodowało początkowo w cieczach zwiększenie zawiesin ogólnych w odniesieniu do surowych cieczy osadowych, a następnie ilość zawiesin malała wraz ze wzrostem dawki środków kondycjonujących.
4. Najlepszy efekt usunięcia związków organicznych uzyskano dla cieczy z osadów nadźwiewkawianych preparowanych PIX-em 123 - 76,7% oraz metody łączonej - 52,1%. Natomiast w cieczy z nienadźwiewkawianych osadów działanie koagulantu PIX 113 wpłynęło na zmniejszenie wartości 90%, a w metodzie łączonej uzyskano 26%.
5. W odciekach z odwadniania nienadźwiewkawianych osadów preparowanych PIX-em 113 zmniejszono ilość azotu amonowego do 14,5% i fosforanów do 93,8% w odniesieniu do surowych cieczy osadowych.
6. Najmniej skuteczny w zmniejszeniu zanieczyszczeń w cieczach osadowych okazał się polielektrolit Zetag 8160.

Podziękowania

Badania wykonano w ramach BS-PB-402-301/11.

Literatura

- [1] Milik J, Pasela R, Szymczak M, Chalamoński M. Ocena składu fizyczno-chemicznego osadów ściekowych pochodzących z komunalnej oczyszczalni ścieków. *Rocz Ochr Środ.* 2016;18(2):579-590. http://ros.edu.pl/images/roczniki/2016/No2/44_ROS_N2_V18_R2016.pdf.

- [2] Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Opolu. Komunikat 2/0/2011. Gospodarka komunalnymi osadami ściekowymi w województwie opolskim w roku 2010. 2011. http://www.opole.pios.gov.pl/wms/Pliki/2011/osady_2010.pdf.
- [3] Egle L, Rechberger H, Krampe J, Zessner M. Phosphorus recovery from municipal wastewater: An integrated comparative technological, environmental and economic assessment of P recovery technologies. *Sci Total Environ.* 2016;571(15):522-542. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.07.019.
- [4] Karwowska B, Sparczyńska E, Wiśniowska E. Characteristics of reject waters and condensates generated during drying of sewage sludge from selected wastewater treatment plants. *Desal Water Treat.* 2016;57(3):1176-1183. DOI: 10.1080/19443994.2014.989633.
- [5] Zhang X(J). Factors influencing iron reduction-induced phosphorus precipitation. *Environ Eng Sci.* 2012;29(6):511-519. DOI: 10.1089/ees.2011.0114.
- [6] Ivanov V, Kuang S, Stabnikov V, Guo C. The removal of phosphorus from reject water in a municipal wastewater treatment plant using iron ore. *J Chem Technol Biotechnol.* 2009;84:78-82. DOI: 10.1002/jctb.2009.
- [7] Sparczyńska E. Wykorzystanie zeolitu do usuwania jonów azotu amonowego z cieczy osadowej. *Inż Ochr Środ.* 2016;19(3):391-399. DOI: 10.17512/ios.2016.3.9.
- [8] Guo ChH, Stabnikov V, Ivanov V. The removal of nitrogen and phosphorus from reject water of municipal wastewater treatment plant using ferric and nitrate bioreductions. *Bioresour Technol.* 2010;101(11):3992-3999. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.01.039.
- [9] Ren W, Zhou Z, Wan L, Hu D, Jiang LM, Wang L. Optimization of phosphorus removal from reject water of sludge thickening and dewatering process through struvite precipitation. *Desal Water Treat.* 2016;57(33):15515-15523. DOI: 10.1080/19443994.2015.1072059.
- [10] Yang Y, Zhao YQ, Babatunde AO, Kearney P. Two strategies for phosphorus removal from reject water of municipal wastewater treatment plant using alum sludge. *Water Sci Technol.* 2009;60(12):3181-3188. DOI: 10.2166/wst.2009.609.
- [11] Myszograj S. Ilość i skład cieczy osadowych powstających w mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków. *Inż Ochr Środ.* 2008;11(2):219-227. <https://polona.pl/item/ilosc-i-sklad-cieczy-osadowych-powstajacych-w-mechaniczno-biologicznej-oczyszczalni,NDMxNTUyMDI/0/#info>.
- [12] Borowski S. Jakość cieczy osadowych powstających w procesach przeróbki osadów ściekowych. *For Ekspl.* 2004;16:10-12. https://www.researchgate.net/publication/41650345_Jakosc_cieczy_osadowych_powstajacych_w_procesach_przerobki_osadow_sciekowych.
- [13] Wiśniowska E. Zintegrowane systemy przeróbki odpadów w oczyszczalniach ścieków. *Seria Monografie nr 311. Częstochowa: Wyd Politechniki Częstochowskiej; 2016. ISBN: 9788371936449.*
- [14] Yang L, Xiaoming L, Jianwei Z, Dongbo W, Qi Y, Guangming Z. The feasibility of enhanced biological phosphorus removal in the novel oxic/extended idle process using fermentation liquid from sludge fermentation. *RSC Adv.*, 2018;8:3321-3327. DOI: 10.1039/C7RA12886J.
- [15] Rzyzińska J. Problem wód osadowych i możliwości ich oczyszczenia w Polsce. *Gaz Woda Techn Sanit.* 2006;7-8:58-62. <http://www.sigma-not.pl/publikacja-16496-problem-w%C3%B3d-osadowych-i-mo%C5%BCliwo%C5%9Bci-ich-oczyszczania-w-polsce-gaz-woda-i-technika-sanitarna-2006-7-8.html>.
- [16] Polska Norma PN-ISO 6060:2006. Jakość wody -- Oznaczanie chemicznego zapotrzebowania tlenu. <http://sklep.pkn.pl/pn-iso-6060-2006p.html>.

THE INFLUENCE OF CONDITIONING ON THE QUALITY OF REJECT WATER AFTER SEWAGE SLUDGE MECHANICAL DEWATERING

Department of Chemistry, Water and Wastewater Technology, Faculty of Infrastructure and Environment
Czestochowa University of Technology, Czestochowa

Abstract: As a result of the thickening, biological stabilization and dewatering of sewage sludge liquids are formed. Quantitatively sludge liquid represents only a few percent of the total volume of wastewater. However, the load of pollutants, including biogenic compounds, which is recycled into sewage path can be up to several dozen percent of the total charge flowing into the wastewater treatment plant (WWTP). For the proper functioning of the WWTP such a large load can pose a threat. The problem of the return of sludge loads is increasingly recognized and being under examination. Considering the importance of the quality of sludge liquid, the influence of selected

means and conditioning methods such as PIX 113, PIX 123, polyelectrolyte Zetag 8160, ultrasound field and their effect on the properties of sludge liquids are presented in the publication. Raw sludge liquid was characterized by very high concentrations of ammonium nitrogen ($931.5\text{-}1508.9 \text{ mg N-NH}_4^+/\text{dm}^3$), phosphates ($24.3\text{-}89.4 \text{ mg PO}_4^{3-}/\text{dm}^3$) and organic compounds as COD ($784.0\text{-}1856.4 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$). It was found that the combined action of the inorganic coagulant PIX 123 and polyelectrolyte reduced the suspensions and COD in sludge liquid. In case of suspension the best reduction was achieved when PIX 123 was applied and it was 53.8%. By analyzing COD changes similar effects were observed for PIX 123 (43.0%) and for combined method (41.6%). On the other hand, the use of coagulant PIX 113 and polyelectrolyte Zetag 8160 resulted in increased suspension in the sludge liquid in comparison to raw one. The use of PIX 113 resulted in a decrease of COD (90%), ammonium nitrogen (14.9%) and phosphates (93.8%) in comparison to raw sludge liquid. The least effective in the experiments was Zetag 8160.

Keywords: reject water, conditioning, sewage sludge, coagulants, polyelectrolytes